بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر زنیان، رازیانه و شوید به پتانسیل‌های اسمزی و ماتریک ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف

زینت برومند رضازاده[۱] و علیرضا کوچکی[۲]

چکیده

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر سه گیاه دارویی زنیان، رازیانه و شوید به پتانسیل‌های اسمزی ناشی از کلرید سدیم و پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در دماهای مختلف، دو آزمایش جداگانه بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در محیط کنترل شده به اجراء درآمد. دماهای این آزمایش ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد بود. سطوح پتانسیل اسمزی نیز عبارت بود از: ۰، ۰/۵-، ۱- و ۱/۵- مگا پاسکال. نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر گونه، دما و پتانسیل اسمزی و نیز اثرات متقابل گونه و دما با هر یک از پتانسیل‌های اسمزی معنی‌دار بود. با افزایش شدت تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی و نیز طول ریشه‌چه وساقه‌چه در تمامی گونه‌ها کاهش یافت. بالاترین درصد جوانه‌زنی در ۱۵ درجه و بیشترین سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در ۲۰ درجه سانتیگراد مشاهده شد. در بین گونه‌ها بذر زنیان بیشترین و بذر شوید کمترین مقاومت را نسبت به تغییرات دما و پتانسیل اسمزی نشان دادند. تنش خشکی نسبت به تنش شوری تأثیر منفی شدیدتری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی داشت به طوری که در پتانسیل ۱/۵- مگاپاسکال خشکی هیچگونه جوانه‌زنی مشاهده نشد ولی طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری کاهش بیشتری از خود نشان دادند. درصد کاهش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه در هر دو شرایط تنش خشکی و شوری بیشتر بود که نشان دهنده حساسیت بیشتر این صفت می باشد.

واژه‌های کلیدی: زنیان، رازیانه، شوید، جوانه‌زنی، پتانسیل اسمزی و دما.

مقدمه

استقرار گیاهچه، مرحله‌ای حساس در تولید محصولات زراعی است و جوانه‌زنی که اولین مرحله در چرخه زندگی گیاه است نقش تعیین کننده‌ای در استقرار گیاهچه دارد(۱۴). این فرایند تحت تأثیر دما و سایر عوامل محیطی نظیر پتانسیل آب و نور قرار می‌گیرد (۱۶). آب نیاز اصلی برای جوانه‌زنی است که جهت فعالیت آنزیمها، تجزیه، انتقال و استفاده از مواد ذخیره‌ای لازم است (۷). هرگاه پتانسیل آب کمتر از حد بحرانی باشد بذر با تنش کمبود آب روبرو خواهد شد و بسته به شدت کاهش پتانسیل آب، جوانه‌زنی به تأخیر افتاده و یا متوقف می‌شود(۱۰ و ۱۴). قابلیت دسترسی بذر به آب با کاهش پتانسیل اسمزی (مواد محلول) و پتانسیل ماتریک (مکش) کاهش می‌یابد (۱۳). کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و نیز کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در پتانسیل‌های حاصل از شوری و خشکی در آزمایشات متعدد نشان داده شده است (۱، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰ و ۱۳).

۱- دانشجوی‌کارشناسی‌ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۲- عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

حسینی و حداد خداپرست (۵) در آزمایش خود بر روی گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth) مشاهده کردند که با اعمال تنش خشکی و شوری، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاهش یافت و میزان کاهش برای تنش خشکی بسیار شدیدتر از تنش شوری بود. کوچکی و ظریف کتابی(۱۳) نیز با بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر روی چند گونه مرتعی نشان دادند که حداکثر جوانه‌زنی، طول کولئوپتیل، طول و تعداد ریشه‌چه در تیمار شاهد (آب مقطر) بدست آمد و با کاهش پتانسیل آب در تیمارهای خشکی و شوری ، مقدار این صفات کاهش یافت. نتایج آزمایش رحیمیان و همکاران (۶) نیز حاکی از آن است که طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی توده‌های مختلف گندم تحت تأثیر تنش شوری و خشکی قرار گرفت و با شدت تنش رابطه عکس داشت.

آلوارادو و برادفورد (۱۶) تأثیر تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن ۸۰۰۰ و دما را بر روی جوانه‌زنی بذور حقیقی سیب‌زمینی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که کاهش پتانسیل آب سبب تأخیر در جوانه‌زنی بذور گردید. این محققین نشان دادند که جوانه‌زنی در آب مقطر(پتانسیل صفر مگاپاسکال) با بالا رفتن دما افزایش یافت. در مقابل، با افزایش دما در دماهای بالاتر از دماهای بهینه، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت و جوانه‌زنی به تأخیر افتاد. اکرم قادری و همکاران (۱) با بررسی سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و نیز طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه بذر چهار رقم شبدر زیر زمینی در شرایط تنش شوری به نتایج مشابهی دست یافتند. این محققین بیان کردند با افزایش شوری مقدار صفات تحت بررسی کاهش یافت.

کوچکی و مؤمن شاهرودی (۱۴) درطی تحقیق خود مشاهده کردند که به موازات کاهش پتانسیل آب درصد جوانه‌زنی نهایی و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذور نخود کاهش یافت. در این آزمایش مشاهده شد اعمال تنش ملایم تأثیر معنی‌داری روی طول ریشه‌چه نداشت در حالیکه این تنش سبب کاهش چشمگیر طول ساقه‌چه شد. صفایی و غدیری (۸) از آزمایش خود چنین نتیجه گرفتند که سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش رطوبتی رابطه معکوس داشت. همچنین طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه بطور معنی‌داری تحت تأثیر پتانسیل‌های مختلف رطوبتی قرار گرفت وکمبود رطوبت باعث کاهش شدید این صفات شد. همچنین تأثیر دما روی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه معنی‌دار بود و کاهش دما سبب کاهش وزن آنها گردید.

با توجه به اهمیت پتانسیل آب و دما در مرحله جوانه‌زنی و نیز عدم وجود اطلاعات کافی در مورد جوانه‌زنی برخی گیاهان دارویی از قبیل زنیان (*Trachyspermum ammi*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*) و شوید (*Anethum graveolens*) این مطالعه با هدف بررسی تأثیر تنش خشکی، شوری و دما و اثرات متقابل آنها با دما بر جوانه‌زنی سه گونه یاد شده صورت گرفت.

مواد و روشها

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر سه گیاه زنیان، رازیانه و شوید در شرایط خشکی و شوری در دماهای مختلف، تحقیقی بصورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به اجراء در آمد. تنش خشکی و شوری هر کدام دارای سه سطح ۰/۵-، ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال بود و تیمار شاهد (پتانسیل صفر با استفاده از آب مقطر) نیز در نظر گرفته شد. سطوح مختلف تیمار دمایی شامل ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتیگراد بود. برای اعمال تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ بر اساس دستور میچل و کافمن(۱۸) و برای اعمال تنش شوری از کلرید سدیم۱۰٪ استفاده شد. پیش از شروع آزمایش ابتدا بذرها توسط محلول هیپوکلریت سدیم به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و سپس با آب مقطر شستشو شدند. تعداد ۵۰ عدد از بذرهای ضدعفونی شده داخل پتری‌دیشهای ۱۱ سانتیمتری شیشه‌ای حاوی کاغذ صافی که قبلاً به مدت ۲۴

ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد استریل شده بودند قرار گرفتند و میزان ۱۰ میلی لیتر از محلول مورد نظر و یا آب مقطر نیز به آنها اضافه شد. سپس پتری دیشها به داخل ژرمیناتور منتقل گردیدند. پس از گذشت ۲۴ ساعت از شروع آزمایش اقدام به شمارش بذرهای جوانه زده گردید. شمارش بذرها هر روز انجام شد و تا ۱۵ روز ادامه یافت. معیار جوانه‌زنی بذرها، خروج ریشه‌چه و قابل رویت شدن آنها بود. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در پایان روز پانزدهم اندازه‌گیری شد. پس از پایان آزمایش سرعت و درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید. برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از فرمول (۱) استفاده شد:

$$Rs = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \qquad \text{فرمول (۱)}$$

که در آن Rs سرعت جوانه زنی، S_i تعداد بذر جوانه زده در هر روز و D_i تعداد روز تا شمارش nام می‌باشد.

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MINITAB ver.13.1 آنالیز و میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. برای رسم نمودارها از نرم افزار Sigma Plot استفاده شد.

نتایج و بحث

در کلیه صفات اندازه گیری شده تفاوت معنی داری بین گونه ها مشاهده شد. میانگین سرعت و درصد جوانه‌زنی و نیز طول ریشه‌چه در تیمارهای مختلف شوری و خشکی برای بذر زنیان در حداکثر و برای بذر شوید در حداقل میزان خود بود. برای طول ساقه‌چه در شرایط شوری نیز روند مشابهی مشاهده شد اما در تنش خشکی، بذر رازیانه از بالاترین طول ساقه‌چه برخوردار بود (جدول ۱).

جدول ۱- اثر گونه و پتانسیل اسمزی بر صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه وطول ساقه‌چه در شرایط شوری و خشکی.

	شوري				خشكي			
	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)	درصد جوانه‌زني	طول ريشه‌چه (سانتيمتر)	طول ساقه‌چه (سانتيمتر)	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)	درصد جوانه‌زني	طول ريشه‌چه (سانتيمتر)	طول ساقه‌چه (سانتيمتر)
گونه								
زنيان	۲/۶۳۷ a	۲۷/۸۶ a	۱/۴۷۴ a	۰/۸۸۲ a	۲/۷۴۶ a	۲۸/۹۸ a	۱/۷۵ a	۰/۹۱۲ b
رازيانه	۱/۲۶۶ b	۱۸/۶۲ b	۱/۰۲۵ b	۰/۵۵۴ b	۱/۷۰۹ b	۲۵/۶۵ b	۱/۵۸۰ a	۰/۳۱۵ a
شويد	۰/۵۱۱ c	۷/۵ c	۰/۵۵ c	۰/۵۵۶ b	۰/۶۲۸ c	۹/۴۴ c	۰/۶۵ b	۰/۶۹۴ c
پتانسيل آب (مگاپاسكال)								
۰	۳/۶۶۶a	۴۰/۵۷ a	۲/۵۸ a	۲/۰۱۸ a	۳/۶۶۶ a	۴۰/۵۷ a	۲/۵۸ a	۲/۰۱۸a
-۰/۵	۱/۳۷۱b	۱۸/۶۳ b	۱/۱۴۰ b	۰/۵۲۲ b	۱/۲۵۵ b	۱۹/۴۱ b	۰/۱۴۶ b	۰/۶۷۸ b
-۱	۰/۵۸۹ c	۸/۶۴ c	۰/۲۴۴ c	۰/۰۸۹ c	۰/۱۶۲c	۴/۰۹۵ c	۰/۲۵۱ c	۰/۲۲۶ c
-۱/۵	۰/۲۶d	۴/۱۳ d	۰/۱۰۵ c	۰/۰۳۱ c	-	-	-	-

در هر ستون ، میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک ، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

اثر متقابل گونه و دما بر صفات مورد ارزیابی معنی‌دار بود (جدول ۲). در هر دو تنش، حداکثر سرعت جوانه‌زنی برای بذر شوید در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد و برای دو بذر زنیان و رازیانه در دمای ۲۰ درجه مشاهده شد. از نظر درصد جوانه‌زنی، تفاوتی بین دمای مطلوب سه گونه تحت بررسی مشاهده نشد ولی شدت تغییرات درصد جوانه‌زنی متفاوت بود به طوری که نوسان درصد جوانه‌زنی بذر زنیان در واکنش به افزایش دما نسبت به دو گونه دیگر کمتر بود. بذر زنیان در دمای ۵ درجه ۸ و ۸/۱۶۷ درصد و در دمای ۳۵ درجه ۲/۸۹ و ۲/۱۶۷ درصد، به ترتیب در شرایط خشکی و شوری جوانه‌زنی داشت در حالیکه جوانه‌زنی بذر رازیانه در دمای ۵ درجه سانتیگراد ۱/۵۵۶ و ۱/۱۶۷ درصد بود و در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد نیز هیچ گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. همچنین بذر شوید در دماهای ۵ و ۳۵ درجه جوانه نزد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز از الگویی مشابه با درصد جوانه‌زنی پیروی کرد.

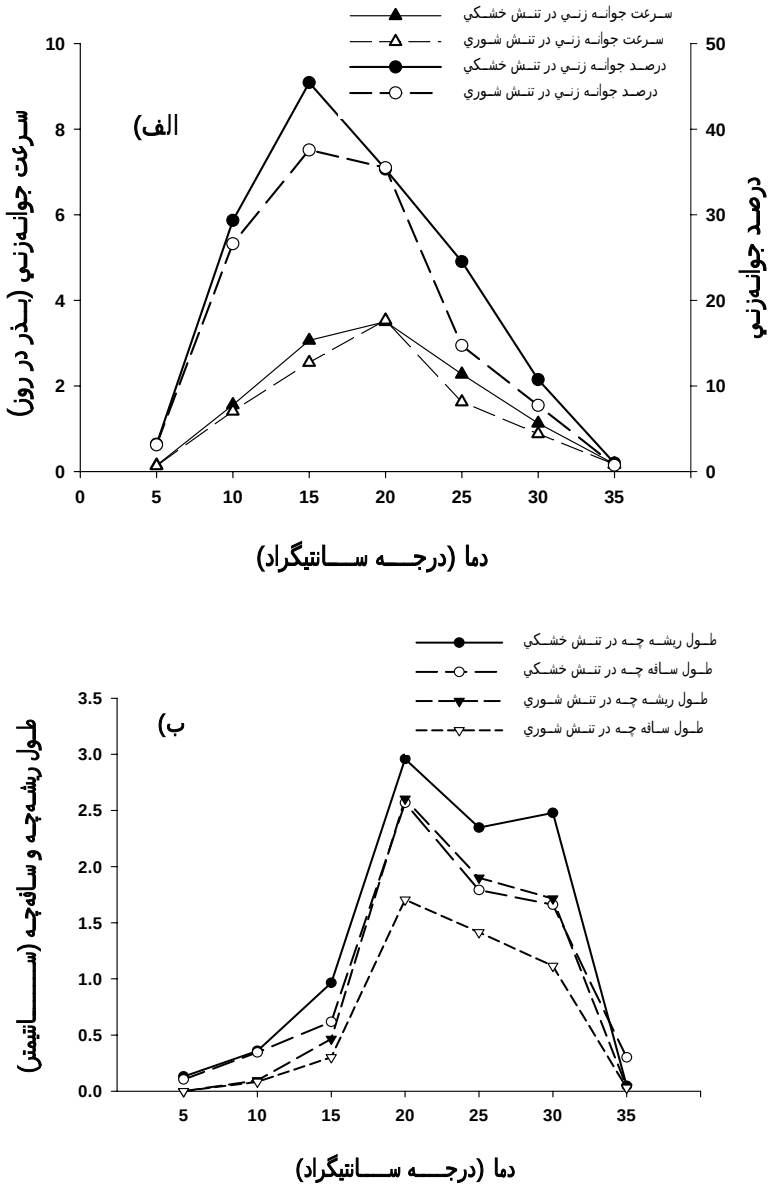
واکنش بذر گونه ها از نظر درصد تغییرات سرعت و درصد جوانه‌زنی و نیز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در پتانسیلهای مختلف متفاوت بود (جدول ۳). در بین بذر گونه های تحت آزمایش، میانگین صفات مذکور در بذر زنیان کمترین تغییرات و در بذر شوید بیشترین تغییرات را نسبت به تغییر پتانسیل اسمزی دارا بود به گونه‌ای که درصد جوانه‌زنی بذر رازیانه که در تیمار شاهد نسبت به بذر زنیان بالاتر بود با افت پتانسیل آب به ۰/۵- مگاپاسکال به بیش از نصف کاهش یافت. در این پتانسیل، درصد جوانه‌زنی بذر رازیانه نسبت به زنیان ۱۸/۹۱ و ۴۲/۳۴ درصد به ترتیب در شرایط خشکی و شوری کمتر بود.

کیانی و همکاران (۱۲) اظهار داشتند که عکس العمل متفاوت ارقام به تنش را می‌توان به عوامل مختلفی از جمله کاهش بیشتر جذب آب در ارقام حساس نسبت داد. همچنین اندازه بذور نیز درتعیین تحمل ارقام به تنش مؤثر است بطوریکه بذور کوچکتر تحمل بیشتری به تنش از خود نشان می‌دهند. کوچکی ومؤمن شاهرودی (۱۴) نیز تأثیر پتانسیل آب و اندازه بذر را بر درصد وسرعت جوانه‌زنی معنی‌دار گزارش کرده و بیان کردند که میانگین این صفات در بذرهای کوچکتر و پتانسیلهای بالاتر بیشتر بود. به عقیده این محققین حداقل رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی در بذرهای کوچکتر پایین‌تر است و به همین علت در شرایط کمبود آب، جوانه‌زنی این بذرها نسبت به بذرهای بزرگتر راحت‌تر صورت می‌گیرد. در واقع عدم تأمین حداقل رطوبت لازم برای شروع فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای بزرگتر، عامل اصلی کاهش دهنده جوانه‌زنی در اینگونه بذرها می‌باشد. به همین علت در این آزمایش، بذر زنیان که نسبت به دو بذر دیگر اندازه بسیار کوچکتری دارد توانست نسبت به تغییرات پتانسیل اسمزی مقاومت بالاتری نشان دهد.

اثر متقابل پتانسیل آب و دما معنی‌دار بود (جدول ۴). همانگونه که از جدول ۴ ملاحظه می‌شود با افزایش دما تا ۲۵-۱۰ درجه سانتیگراد در تنش خشکی و ۲۵-۱۵ درجه در تنش شوری، اختلاف بین سطوح تنش از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت به گونه‌ای که در دامنه‌های دمایی مذکور اختلاف بین تمامی پتانسیل‌ها معنی‌دار بود ولی با افزایش دما به بیش از ۲۵ درجه سانتی گراد این اختلاف در هر دو تنش کاهش یافت. به نظر می‌رسد دمای نامطلوب نسبت به پتانسیل آب، تأثیر بیشتری در کاهش میانگین صفات مذکور داشت بطوریکه در دماهای خیلی پایین و خیلی بالا (به استثناء دمای ۵ درجه در درصد جوانه‌زنی) حتی اختلاف بین تیمار شاهد با سایر پتانسیل‌ها نیز معنی‌دار نشد.

روند مشاهده شده از نظر طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نیز تقریباً مشابه با درصد و سرعت جوانه‌زنی بود با این تفاوت که دامنه دمایی مطلوب برای این صفات بالاتر از درصد و سرعت جوانه‌زنی و بین ۳۰-۲۰ درجه سانتیگراد

بود و نیز در تنش شوری اختلاف بین پتانسیل ۱- و ۱/۵- مگاپاسکال در هیچ یک از دماها معنی‌دار نبود (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد که دامنه دمایی مطلوب برای دو صفت طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه نسبت به صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی بالاتر است.



شکل ۱- اثر دما بر الف) سرعت و درصد جوانه‌زنی ب) طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری و خشکی.

جدول ۲- اثر متقابل گونه و دما بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه وساقه‌چه در شرایط تنش خشکی و شوری.

	شوري			خشكي		
	زنیان	رازیانه	شوید	زنیان	رازیانه	شوید
دما (درجه سانتیگراد)	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)					
۵	۰/۳۶۸ jk	۰/۰۳۵ k	. k	۰/۳۸۲ h	۰/۰۴۷ h	. h
۱۰	۲/۱۹۶ d	۱/۲۰۶ ghi	۰/۸۲۸ ij	۲/۱۸ ef	۱/۴۴۶ g	۱/۱۰۴ g
۱۵	۴/۲۲۵ b	۲/۰۸۴ de	۱/۳۳۰ fgh	۴/۷۰۷ b	۳/۰۲۱ d	۱/۴۶۴ g
۲۰	۶/۴۰۳ a	۳/۱۹۳ c	۱/۰۱۲ hi	۵/۴۸۷ a	۳/ ۷۴۷ c	۱/۲۷۴ g
۲۵	۳/۰۶۵ c	۱/۵۶۵ fg	۰/۲۴۷ k	۳/۹۲۶ c	۲/۵۵۴ de	۰/۳۴ h
۳۰	۱/۷۰۵ ef	۰/۷۷۵ ij	۰/۱۶۱ k	۲/۰۱۱ f	۱/۱۱۵ g	۰/۲۱۵ h
۳۵	۰/۴۹۹ jk	. k	. k	۰/۵۲۶ h	. h	. h
دما (درجه سانتیگراد)	درصد جوانه‌زني					
۵	۸/۱۷ e	۱/۱۷ f	. f	۸ hi	۱/۵۶ j	. j
۱۰	۳۶/۶۷ b	۲۵/۶۷ c	۱۷/۵ d	۳۴/۸۹ de	۲۹/۷۸ e	۲۳/۳۳ f
۱۵	۵۵ a	۳۶/۵ b	۲۱/۱۷ cd	۶۰/۲۲ a	۵۱/۷۸ b	۲۴/۳۳ f
۲۰	۵۷ a	۳۹/۸۳ b	۹/۶۷ e	۴۵/۳۳ c	۴۸ bc	۱۲/۶۷ gh
۲۵	۲۴/۸۳ c	۱۶/۸۳ d	۲/۵ f	۳۸/۳۲ d	۳۱/۷۸ e	۳/۵۶ ij
۳۰	۱۱/۱۷ e	۱۰/۳۳ e	۱/۶۷ f	۱۳/۳۳ g	۱۶/۶۷ g	۲/۲۲ j
۳۵	۲/۱۷ f	. f	. f	۲/۸۹ ij	. j	. j
دما (درجه سانتیگراد)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)					
۵	۰/۲۴۴ fgh	۰/۰۶۸ gh	. h	۰/۳۰۴ fg	۰/۰۹ g	. g
۱۰	۰/۷۵۶ efg	۰/۱۳ gh	۰/۱۴۸ gh	۰/۷۷۷ defg	۰/۱۰۱ g	۰/۱۹۸ g
۱۵	۱/۲۲۳ de	۰/۳۱۹ fgh	۰/۳۲۹ fgh	۱/۷۷۲ c	۰/۵۳۲ efg	۰/۵۹۰ efg
۲۰	۳/۳۶۵ a	۲/۶۸۹ b	۱/۶۴۷ cd	۲/۹۰۳ b	۴/۴۷۸ a	۱/۴۴۷ a
۲۵	۲/۲۳۳ bc	۲/۳۴۷ b	۰/۷۹۲ efg	۲/۹۷۶ b	۳/۰۱۳ b	۱/۰۵۶ cdef
۳۰	۲/۴۰۶ b	۱/۶۳ cd	۰/۹۴۳ ef	۳/۳۳۳ b	۲/۸۴۶ b	۱/۲۵۷ cde
۳۵	۰/۰۹ gh	.h	. h	۰/۱۴۳ g	. g	. g
دما (درجه سانتیگراد)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)					
۵	.g	. g	. g	. e	. e	. e
۱۰	۰/۱۶۱ g	۰/۰۳۹ g	۰/۰۴۸ g	۰/۱۷۱ de	۰/۰۵۳ de	۰/۰۶۴ de
۱۵	۰/۴۹۷ f	۰/۲۷۷ fg	۰/۱۳۱ g	۰/۶۰۲ d	۰/۶۰۶ d	۰/۱۸۸ de
۲۰	۲/۰۲۶ a	۱/۵۲۳ bc	۱/۵۶۴ b	۱/۸۱۷ bc	۴/۲۵۳ a	۱/۷۴۲ bc
۲۵	۱/۸۷۳ a	۱/۲۸۳ cd	۱/۰۸۷ d	۲/۱۰۶ b	۲/۱۴۶ b	۱/۴۴۹ c
۳۰	۱/۵۲۶ bc	۰/۷۵۷ e	۱/۰۶۱ d	۱/۵۸۲ bc	۲/۱۴۹ b	۱/۴۱۴ c
۳۵	۰/۰۹ g	. g	. g	۰/۱۰۹ de	. e	. e

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک ، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۳: اثر متقابل گونه و پتانسیل آب بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در شرایط تنش خشکی و شوری.

	شوري			خشکي		
	زنیان	رازیانه	شوید	زنیان	رازیانه	شوید
پتانسیل آب (مگاپاسکال)	**سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)**					
۰	۵/۴۲۵ a	۳/۸۶۵ b	۱/۷۰۹ d	۵/۴۲۵ a	۳/۸۶۵ b	۱/۷۰۹ d
-۰/۵	۲/۸۸ c	۰/۹۶۲ e	۰/۲۷۲ f	۲/۴۱۲ c	۱/۱۷۷ e	۰/۱۷۵ fg
-۱	۱/۴۷۸ d	۰/۲۲۵ f	۰/۰۶۴ f	۰/۴ f	۰/۰۸۶ fg	. g
-۱/۵	۰/۷۶۶ e	۰/۰۱۲ f	. f	-	-	-
پتانسیل آب (مگاپاسکال)	**درصد جوانه زنی**					
۰	۴۶/۵۷ b	۵۰/۳۸ a	۲۴/۷۶ d	۴۶/۵۷ b	۵۰/۳۸ a	۲۴/۷۶ d
-۰/۵	۳۲/۳۸ c	۱۸/۶۷ e	۴/۸۵۷ g	۳۰/۱۹ c	۲۴/۴۸ d	۳/۵۷ f
-۱	۲۰/۱۹ e	۵/۳۳ g	۰/۳۸۱ h	۱۰/۱۹ e	۲/۱ fg	. g
-۱/۵	۱۲/۲۹ f	۰/۰۹۵ h	. h	-	-	-
پتانسیل آب (مگاپاسکال)	**طول ریشه‌چه (سانتیمتر)**					
۰	۳/۰۵۴ a	۲/۹۶۲ a	۱/۷۳۵ b	۳/۰۵۴ a	۲/۹۶۲ a	۱/۷۳۵ b
-۰/۵	۱/۹۷۵ b	۰/۹۷۵ c	۰/۴۴۶ de	۲/۱۳۵ b	۱/۱۳۵ e	۰/۱۶۷ de
-۱	۰/۵۶۱ cd	۰/۱۵۲ de	۰/۰۱۹ e	۰/۰۶۳ e	۰/۶۳۴ d	۰/۰۴۸ e
-۱/۵	۰/۳۰۶ de	۰/۰۱ e	. e	-	-	-
پتانسیل آب (مگاپاسکال)	**طول ساقه‌چه (سانتیمتر)**					
۰	۱/۹۶۶ a	۲/۰۵ a	۲/۰۳۷ a	۹۶۶ a۱/	۲/۰۵ a	۲/۰۳۷ a
-۰/۵	۱/۲۲۲ b	۰/۱۵۴ cd	۰/۱۸۲ cd	۰/۷۵۸ c	۱/۲۳۵ b	۰/۰۴۱ d
-۱	۰/۲۴۶ c	۰/۰۱۳ d	۰/۰۰۵ d	۰/۰۱۳ d	۰/۶۶۱ c	۰/۰۰۵ d
-۱/۵	۰/۹۳۳ cd	. d	. d	-	-	-

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک ، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

جدول ۴- اثر متقابل پتانسیل آب و دما بر سرعت و درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه وساقه‌چه در شرایط تنش خشکی و شوری.

	شوري (مگاپاسکال)				خشکي (مگاپاسکال)		
	۰	-۰/۵	-۱	-۱/۵	۰	-۰/۵	-۱
دما (درجه سانتیگراد)	سرعت جوانه‌زني (بذر در روز)						
۵	۰/۴۳ ijk	۰/۱۰۸ jk	۰ k	۰ k	۰/۴۳ gh	۰ h	۰ h
۱۰	۴/۰۶۶ c	۱/۰۷۱ fgh	۰/۳۴۱ jk	۰/۱۶۳ jk	۴/۰۶۶ k	۰/۶۶۳ fg	۰ h
۱۵	۵/۱۳۷ b	۲/۸۷۲ d	۱/۵ ef	۰/۶۷۷ hij	۵/۱۳۷ b	۳/۰۵۴ d	۱ f
۲۰	۷/۴۵۳ a	۳/۷۹۳ c	۱/۹۶۶ e	۰/۹۳۲ ghi	۷/۴۵۳ a	۳/۰۲ d	۰/۰۳۴ h
۲۵	۴/۸۷۱ b	۱/۳۳۷ fg	۰/۲۵ jk	۰/۰۴۴ k	۴/۸۷۱ b	۱/۸۴۹ e	۰/۱ h
۳۰	۳/۲۰۸ d	۰/۲۴۸ jk	۰/۰۶۵ jk	۰ k	۳/۲۰۸ d	۰/۱۶۸ gh	۰ h
۳۵	۰/۴۹۸ ijk	۰/۱۶۷ jk	۰ k	۰ k	۰/۴۹۸ fgh	۰/۰۲۸ h	۰ h
دما (درجه سانتیگراد)	درصد جوانه‌زني						
۵	۹/۵۵۶ ef	۲/۸۹ gh	۰ h	۰ h	۹/۵۵۶ f	۰ g	۰ g
۱۰	۷۲ a	۲۲/۸۹ d	۷/۷۸ efg	۳/۷۸ fgh	۷۲ a	۱۶ e	۰ g
۱۵	۶۷/۵۶ a	۴۶ c	۲۴ d	۱۲/۶۷ e	۶۷/۵۶ a	۴۴/۴۴ c	۲۵/۳۳ d
۲۰	۶۰ b	۴۴/۲۲ c	۲۵/۷۸ d	۱۲ e	۶۰ b	۴۵/۳۳ c	۰/۶۷ g
۲۵	۴۳/۵۶ c	۱۲/۴۴ e	۲/۴۴ gh	۰/۴۴ h	۴۳/۵۶ c	۲۷/۳۳ d	۲/۶۷ g
۳۰	۲۸/۸۹ d	۱/۵۶ gh	۰/۴۴ h	۰ h	۲۸/۸۹ d	۳/۳۳ g	۰ g
۳۵	۲/۴۴ gh	۰/۴۴ h	۰ h	۰ h	۲/۴۴ g	۰/۴۴ g	۰ g
دما (درجه سانتیگراد)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)						
۵	۰/۳۹۴ ef	۰/۰۲۲ f	۰ f	۰ f	۰/۳۹۴ fg	۰ g	۰ g
۱۰	۰/۹۲۸ cde	۰/۲۸۳ ef	۰/۰۷۶ ef	۰/۰۹۳ ef	۰/۹۸۱ ef	۰/۰۸۲ g	۰/۰۱۳ g
۱۵	۱/۲۲۹ cd	۰/۷۲۵ def	۰/۳۶۳ ef	۰/۱۵۴ ef	۱/۲۲۹ de	۱/۰۸۶ def	۰/۰۵۷۹ efg
۲۰	۵/۰۰۵ a	۴/۰۱۴ b	۰/۸۸۲ cdef	۰/۳۶۷ ef	۵/۰۰۵ a	۲/۷۰۵ b	۱/۱۶۷ def
۲۵	۵/۱۷۶ a	۱/۵۸۲ c	۰/۲۸۳ ef	۰/۱۲۲ ef	۵/۱۷۶ a	۱/۸۶۹ cd	۰ g
۳۰	۵/۲۱۴ a	۱/۳۱۹ cd	۰/۱۰۶ ef	۰ f	۵/۲۱۴ a	۲/۲۲۱ bc	۰ g
۳۵	۰/۰۸۷ ef	۰/۰۳۳ ef	۰ f	۰ f	۰/۰۸۷ g	۰/۰۵۶ g	۰ g
دما (درجه سانتیگراد)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)						
۵	۰ e	۰ e	۰ e	۰ e	۰ f	۰ f	۰ f
۱۰	۰/۰۲۶ e	۰/۰۵۴ e	۰/۰۰۹ e	۰/۰۱۱ e	۰/۲۷۷ f	۰/۰۱۱ f	۰ f
۱۵	۰/۸۴۷ d	۰/۲۵۲ e	۰/۰۶۸ e	۰/۰۳۹ e	۰/۸۴۷ e	۰/۲۵۶ f	۰/۲۹۲ f
۲۰	۴/۷۱۱ a	۱/۶۳۸ c	۰/۳۵۸ e	۰/۱۱۲ e	۴/۷۱۱ a	۱/۸۰۹ c	۱/۲۹۲ cde
۲۵	۴/۶۲۷ a	۰/۸۴۹ d	۰/۱۲۷ e	۰/۰۵۶ e	۴/۶۲۷ a	۱/۰۷۴ de	۰ f
۳۰	۳/۵۹۲ b	۰/۸۱۱ d	۰/۰۵۶ e	۰ e	۳/۵۹۲ b	۱/۵۵۴ cd	۰ f
۳۵	۰/۷۰۴ e	۰/۰۵ e	۰ e	۰ e	۰/۷ f	۰/۰۳۹ f	۰ f

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک ، در سطح احتمال ۵ در صد تفاوت معنی داری ندارند.

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که در بین بذور تحت آزمایش، بذر زنیان قادر است دامنه وسیع‌تری از تنش‌های شوری و خشکی و نیز تغییرات دمایی را تحمل نماید. در این رابطه، بذر شوید بالاترین حساسیت را نسبت به تغییرات پتانسیل آب و دما دارا بود. دمای مطلوب برای حداکثر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر شوید (به ترتیب ۱۵ و ۱۵-۱۰ درجه سانتیگراد) نسبت به بذرهای زنیان و رازیانه (۲۰-۱۵ درجه سانتیگراد) پایین‌تر بود که این امر احتمالاً به طبیعت سرمادوست بودن این گیاه و نیاز آن به درجه حرارت‌های پایین مربوط است.

تنش خشکی نسبت به تنش شوری تأثیر منفی شدیدتری بر صفات سرعت و درصد جوانه‌زنی داشت به گونه‌ای که در پتانسیل ۱۵- مگاپاسکال هیچگونه جوانه‌زنی در شرایط خشکی مشاهده نشد. اما صفات طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه در شرایط تنش شوری کاهش بیشتری نشان دادند و این کاهش برای طول ساقه‌چه بیشتر بود. همچنین شدت کاهش طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه در هر دو شرایط تنش خشکی و شوری نسبت به ریشه‌چه بالاتر بود که نشان دهنده حساسیت بیشتر این صفت می‌باشد.

منابع

۱- اکرم قادری، ف.، س. گالشی، س. فرزانه و ا. زینلی. ۱۳۸۱. اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه چهار رقم شبدر زیرزمینی (*Trifolium subterraneum* L.). پژوهش و سازندگی. ش۵۷ و ۵۶: ۱۰۳-۹۸.

۲- باقری کاظم آباد، ع.، غ. سرمدنیا و ش. حاج رسولیها. ۱۳۶۷. بررسی عکس العمل توده های مختلف اسپرس نسبت به تنشهای شوری و خشکی در مرحله جوانه زدن. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۲. ش ۲: ۵۴-۴۱.

۳- بهشتی، ع.، ح. توکلی و ع. کوچکی. ۱۳۷۹. تأثیر توأم تنش شوری و دما بر جوانه‌زنی ارقام یونجه. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۱۴. ش ۱: ۷۹-۷۱.

۴- حاتمی، ح. و س. گالشی. ۱۳۷۸. اثر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی گندم. مجله علوم و منابع طبیعی. سال ششم. ش ۱و۲: ۳۵-۳۱.

۵- حسینی، م. و م.ح. حداد خداپرست. ۱۳۷۶. اثر عوامل محیطی بر جوانه‌زنی بذر گیاه نوروزک (*Salvia leriifolia* Benth.) در شرایط آزمایشگاهی. پژوهش و سازندگی. ش۳۷: ۴۵-۴۲.

۶- رحیمیان مشهدی، ح.، ع. باقری کاظم آباد و ا. پاریاب. ۱۳۶۹. اثر پتانسیل های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلایکول و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه‌زنی توده‌های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۵. ش ۱: ۴۶-۳۷.

۷- سرمدنیا، غ. ۱۳۷۵. تکنولوژی بذر. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۸- صفایی، ه. و ح. غدیری. ۱۳۷۵. اثرات پتانسیلهای مختلف رطوبتی روی جوانه زدن و رشد گیاهچه شش رقم گندم (*Triticum aestivum* L.) در آزمایشگاه. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۲۷. ش ۲: ۶۶-۵۹.

۹- قوامی، ف.، م. ع. ملبوبی، م. ر. قنادها، ب. یزدی صمدی، ج. مظفری و م. ج. آقایی. ۱۳۸۳. بررسی واکنش ارقام متحمل گندم ایرانی به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه. مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۳۵. ش ۲: ۴۶۴-۴۵۳.

۱۰- کابلی، م. م. و م. صادقی. ۱۳۸۱. اثر تنش رطوبتی بر جوانه‌زنی سه گونه اسپرس. پژوهش و سازندگی. ش ۵۴: ۲۱-۱۸.

۱۱- کافی، م. و م. گلدانی. ۱۳۸۰. تأثیر پتانسیل آب و ماده ایجاد کننده آن بر جوانه‌زنی سه گیاه زراعی گندم، چغندر قند و نخود. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۱۵. ش ۱: ۱۳۳-۱۲۱.

۱۲- کیانی، م. ر.، ع. باقری و ا. نظامی. ۱۳۷۷. عکس العمل ژنوتیپ‌های عدس (*Lens culinaris* Medik.) به تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ج ۱۲. ش ۱: ۴۴-۳۹.

۱۳- کوچکی، ع. و ح. ظریف کتابی. ۱۳۷۵. تعیین درجه حرارت مطلوب جوانه زنی و بررسی اثرات شوری و خشکی بر روی چند گونه مرتعی. بیابان. ج ۱. ش۱: ۵۶-۴۵.

۱۴- کوچکی، ع. و ح. مؤمن شاهرودی. ۱۳۷۵. اثر پتانسیل آب و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر نخود (*Cicer arietinum*). بیابان. ج۱. ش۲،۳ و ۴: ۶۶-۵۳.

15- Ali, M. G., R. E. L. Naylor, and S. Matthews. 2003. Effect of constant temperatures on germination of fifteen Bangladeshi rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(12): 1070-1076.

16- Alvarado, V. and K. J. Bradford. 2002. A hydrothermal time model explains the cardinal temperature for seed germination. Plant, Cell and Environment. 25: 1061-1069.

17- Dell'Aquila, A. 1992. Water uptake and protein synthesis in germinating wheat embryos under the osmotic stress of polyethylene glycol. Annals of Botany. 69: 167-171.

18- Michel, B. E. and M. R. Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.

Germination response of Ajowan, Fennel and Dill to osmotic potential of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 in different temperature regimes

Z. Boroumand Rezazadeh and A. Koocheki[1]

Abstract

In order to study the germination response of three medicinal plants' seeds, Ajowan (*Trachyspermum ammi*), Fennel (*Foeniculum vulgare*) and Dill (*Anethum graveolens*) to osmotic potential of sodium chloride and polyethylene glycol 6000 under different temperature regimes, two separate experiments were carried out in a factorial arrangement based on completely randomized design with three replications. Levels of temperatures were 5, 10, 15, 20, 25, 30 and 35ºC and osmotic potential with four levels of (0, -5, -10 and -15 bars). Results indicated that the effects of species, temperature and osmotic potential and also interactions of species and temperature with stress were significant. Germination rate and percentage and also length of radicle and plumule were decreased as stress intensity increased. Optimum temperature for germination percentage was 15ºC and for germination rate, length of radicle and plumule was 20ºC. Ajowan and dill seeds showed the highest and lowest resistance to temperature change and osmotic potential. Water deficit had more inhibitory effects on germination rate and percentage and -15 bar caused complete failure in germination. Effect of salinity was more pronounced on length of radicle and plumule compared with the effects of water deficit. In both drought and salinity percentage reduction for plumule length was higher which indicate the higher sensitivity of this trait to stress in comparison with radicle length.

Keywords: Germination, osmotic potential, temperature, ajowan, fennel, dill.

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.